

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **64-079415**  
(43)Date of publication of application : **24.03.1989**

(51)Int.Cl. **F16C 32/04**  
**F16C 32/00**

(21)Application number : **63-100025** (71)Applicant : **MECANIQUE MAGNETIQUE SA:SOC**  
(22)Date of filing : **22.04.1988** (72)Inventor : **BRUNET MAURICE**

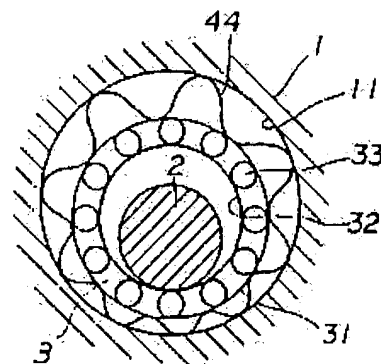
(30)Priority  
Priority number : **87 8705769** Priority date : **23.04.1987** Priority country : **FR**

### (54) AUXILIARY RADIAL BEARING FOR MAGNETIC BEARING

#### (57)Abstract:

PURPOSE: To prevent damaging a bearing or a shaft when a rotor lands to a fixed supporting member by providing a rotation frequency control means formed of a wave-shaped belt steel sheet provided putting between the fixed supporting member and an inner lace or an outer lace opposing to the fixed supporting member.

CONSTITUTION: A wave-shaped belt steel sheet 44 is provided being put between an outer lace 31 of an auxiliary bearing 3 and a frame 1. A friction between the belt steel sheet 44 and the auxiliary bearing 3 or the frame 1 causes an important damping action, especially a rotary moment generated by proceeding a pressed section of the belt steel sheet 44 along a periphery direction functions an important role. The belt steel sheet 44 functions as a damper, and maximum pressure amount for crushing functions as a mechanical stopper. Thus in a condition that a rotor lands on the auxiliary radial shaft 3 and generally stops, the steel sheet 44 is greatly deformed. However, the rotor 2 works three functions for a spring, the damper and a stopper, generating centrifugal force can be reduced and damages of the rotor 2 and the bearing 3 can be prevented.



#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP) ⑪ 特許出願公開  
 ⑫ 公開特許公報(A) 昭64-79415

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup> 識別記号 庁内整理番号 ⑭ 公開 昭和64年(1989)3月24日  
 F 16 C 32/04 Z-8814-3J  
 32/00 C-8814-3J  
 審査請求 未請求 請求項の数 6 (全8頁)

⑮ 発明の名称 磁気軸受のための補助ラジアル軸受  
 ⑯ 特 願 昭63-100025  
 ⑰ 出 願 昭63(1988)4月22日  
 優先権主張 ⑱ 1987年4月23日 ⑲ フランス(FR) ⑳ 87 05769  
 ㉑ 発 明 者 モーリス・ブルーネ フランス・27950・サン・マルセ・ラ・ブ・オ・ルツセ・  
 サン・コロンブ(番地なし)  
 ㉒ 出 願 人 ソシエテ・デ・メカニ フランス・27950・サン・マルセ・ル・ド・シヤン・2番  
 ーク・マグネテーク・ 地・ゾーネ・インドストリエール・ベルノ・サン・マルセ  
 エスアー  
 ㉓ 代 理 人 弁理士 和田 成則

明 細 書

1. 発明の名称

磁気軸受のための補助ラジアル軸受

2. 特許請求の範囲

(1) アウタレースと、インナレースと、前記両レース間に挟設された輻動要素とを有し、前記両レースのいずれか一方が固定部材に対向しており、かつ前記両レースのいずれか他方がラジアル磁気せげにより支持されたロータに対向しており、通常の作動時にあって前記両レースのいずれか一方と前記ロータ若しくは前記固定部材との間に、前記ラジアル磁気軸受の空隙よりも少ない遊隙が設けられているような、前記ロータを支持するための少なくとも1対のラジアル磁気軸受を備える、磁気軸受のための補助ラジアル軸受であって、

前記ロータが前記固定支持部材に対して着地するとともに、前記ロータの旋回周波数を抑制するべく、前記固定支持部材と、前記固定支持部材に対向する前記インナレース若しくは前記アウタレースとの間に挟設された旋回周波数抑制手段を有し、

該手段が

(a) 前記ロータの公称回転速度の半分以下、好ましくはその1/3乃至1/5に対応するような固有振動数をロータに与えるような弾性を有するばねを形成する手段と、

(b) 前記ばね手段に対して減衰作用を与えるためのダンピング手段と、

(c) 前記ロータの旋回運動の振幅を前記補助ラジアル軸受の遊隙の幅の約半分のオーダーに制限するための機械的ストップ手段とを有し、

前記抑制手段が、第1及び第2の円面間に位置するように、前記固定支持部材と、前記固定支持部材1に対向するインナレース若しくはアウタレースとの間に挟設された波状の帯鋼板からなり、前記ばね手段を構成する手段の剛性が、該帯鋼板の厚さ、該帯鋼板の波状部分のピッチ及び高さ並びに帯鋼板の幅によって決定され、前記ダンピング手段が前記帯鋼板と、前記ロータが着地を行う際の前記帯鋼板と前記アウタレース若しくはインナレースとの間の摩擦により形成され、前記機械

## 特開昭64-79415(2)

的ストッパ手段が、前記波状帯板の最大圧縮量により決定されることを特徴とする補助ラジアル軸受。

(2) 前記第1の円筒面が前記固定部材の壁面により形成され、前記第2の円筒面が前記固定部材に対向するアウトレース若しくはインナレースにより直接形成されることを特徴とする請求項1に記載の補助ラジアル軸受。

(3) 前記第1の円筒面が前記固定部材の壁面により形成され、前記第2の円筒面が前記固定部材と前記固定部材に対向するアウトレース若しくはインナレースとの間に挟設されたリングにより形成されることを特徴とする請求項1に記載の補助ラジアル軸受。

(4) 前記第1の円筒面が前記固定部材と前記固定部材に対向するインナレースとの間に挟設されたリングにより形成され、前記第2の円筒面がインナレースにより形成されることを特徴とする請求項1に記載の補助ラジアル軸受。

(5) 前記抑制手段が、中間リングにより形成さ

れる円筒面により互いに区分されるように同心的に層をなして配設された複数の波状帯鋼板により形成され、前記ばね手段を構成する手段の剛性が前記波状帯鋼板の全体により決定されることを特徴とする請求項1に記載の補助ラジアル軸受。

(6) 一方が固定部材に対向し、他方がラジアル磁気軸受により支持されたロータに対向したすべり軸受要素とを有し、通常の作動時にあって前記ロータ若しくは前記固定部材との間に、前記ラジアル磁気軸受の空隙よりも少ない遊隙が設けられているような、前記ロータを支持するための少なくとも1対のラジアル磁気軸受を備える、磁気軸受のための補助ラジアル軸受であって、

前記ロータが前記固定支持部材に対して着地するときに、前記ロータの旋回周波数を抑制するべく、前記固定支持部材と、前記固定支持部材に対向する前記すべり軸受要素との間に挟設された旋回周波数抑制手段を有し、該手段が

(a) 前記ロータの公称回転速度の半分以上、好ましくはその1/3乃至1/5に対応するよう

な固有振動数をロータに与えるような剛性を有するばねを形成する手段と、

(b) 前記ばね手段に対して減衰作用を与えるためのダンピング手段と、

(c) 前記ロータの旋回運動の振幅を前記補助ラジアル軸受の遊隙の幅の約半分のオーダに制限するための機械的ストッパ手段とを有し、

前記抑制手段が、第1及び第2の円筒面間に位置するように、前記固定支持部材と、前記固定支持部材1に対向する前記軸受メタル要素との間に挟設された波状の帯鋼板からなり、前記ばね手段を構成する手段の剛性が、該帯鋼板の厚さ、該帯鋼板の波状部分のピッチ及び高さ並びに帯鋼板の幅によって決定され、前記ダンピング手段が前記帯鋼板と、前記ロータが着地を行う際の前記帯鋼板と前記すべり軸受要素との間の摩擦により形成され、前記機械的ストッパ手段が、前記波状帯板の最大圧縮量により決定されることを特徴とする補助ラジアル軸受。

3. 発明の詳細な説明

〈産業上の利用分野〉

本発明は、アウトレースと、インナレースと、前記両レース間に挟設された転動要素とを有し、前記両レースのいずれか一方が固定部材に対向しており、かつ前記両レースのいずれか他方がラジアル磁気軸受により支持されたロータに対向しており、通常の作動時にあって前記両レースのいずれか一方と前記ロータ若しくは前記固定部材との間に、通常の作動時に於ける前記ラジアル磁気軸受の空隙よりも少ない遊隙が設けられているような、前記ロータを支持するための少なくとも1対のラジアル磁気軸受を備える、磁気軸受のための補助ラジアル軸受に関する。

〈従来の技術〉

能動的な磁気軸受を有する回転機械は、従来から、過負荷や、制御系の故障や、機械の停止に際して、磁気軸受のロータとステータとが互いに機械的に接触するのを防止するために、補助ラジアル軸受を備えている。このような補助ラジアル軸受は、通常、例えば米国特許第4,180,94

## 特開昭64-79415(3)

6号明細書に開示されているように玉軸受の形式をなすものがある。アウトレース及びインナレースのいずれか一方が機械のフレームに固定されており、他方のレースがラジアル磁気軸受に対応する空隙の約半分の遊隙をもってロータに相対している。

磁気軸受に取替されたロータは多くの場合極めて高速の回転を行う。従って、制御系の故障や磁気軸受に対する電力の供給の停止等によりロータが着地を行い、即ち補助ラジアル軸受により支持されるようになる際に、ロータは補助ラジアル軸受の遊隙により定められる偏心量をもってかつ回転速度に対応する周波数をもって旋回運動を行う。この場合に、不適合慣性が重要な働きを果し、軸受を破壊したり、軸受の変形を引き起こす場合がある。

従って、例えば、小型圧縮機のロータに於ては、質量が30kgであって、回転速度は30,000rpmであった場合に、従来形式の補助ラジアル軸受は約0.15mmの遊隙を有することから、ロ

ータが補助ラジアル軸受上に着地する際に約45,000Nのオーダの遠心力を発生する。

〈発明が解決しようとする課題〉

このような従来技術の問題点に鑑み、本発明の主な目的は、高速回転を行う回転軸が補助ラジアル軸受上に着地する際に、軸受或いは回転軸が破壊するのを単純かつ経済的な方法により防止することにある。

〈課題を解決するための手段〉

このような目的は、本発明によれば、アウトレースと、インナレースと、前記両レース間に挟設された駆動要素とを有し、前記両レースのいずれか一方が固定部材に対向しており、かつ前記両レースのいずれか他方がラジアル磁気軸受により支持されたロータに対向しており、通常の作動時にあって前記両レースのいずれか一方と前記ロータ若しくは前記固定部材との間に、前記ラジアル磁気軸受の空隙の約半分の幅を有する遊隙が設けられているような、前記ロータを支持するための少なくとも1対のラジアル磁気軸受を備える、磁気

軸受のための補助ラジアル軸受であって、

前記ロータが前記固定支持部材に対して着地するときに、前記ロータの旋回周波数を抑制するべく、前記固定支持部材と、前記固定支持部材に対向する前記インナレース若しくは前記アウトレースとの間に挟設された旋回周波数抑制手段を有し、該手段が(a)前記ロータの公称回転速度の半分以下、好ましくはその1/3乃至1/5に対応するような固有振動数をロータに与えるような剛性を有するばねを形成する手段と、(b)前記ばね手段に対して減衰作用を与えるためのダンピング手段と、(c)前記ロータの旋回運動の振幅を前記補助ラジアル軸受の遊隙の幅の約半分のオーダに制限するための機械的ストッパ手段とを有し、前記抑制手段が、第1及び第2の円筒面間に位置するように、前記固定支持部材と、前記固定支持部材1に対向するインナレース若しくはアウトレースとの間に挟設された波状の帯鋼板からなり、前記ばね手段を構成する手段の剛性が、該帯鋼板の厚さ、該帯鋼板の波状部分のピッチ及び高さ並

びに帯鋼板の幅によって決定され、前記ダンピング手段が前記帯鋼板と、前記ロータが着地を行う際の前記帯鋼板と前記アウトレース若しくはインナレースとの間の摩擦により形成され、前記機械的ストッパ手段が、前記波状帯鋼板の最大圧縮量により決定されることを特徴とする補助ラジアル軸受を提供することにより達成される。

〈実施例〉

以下、本発明の好適実施例を添付の図面について詳しく説明する。

第1図は、図示省略された能動的ラジアル磁気軸受の補助的な軸受として用いられるべき本発明に基づく補助ラジアル軸受の一実施例を示す。ラジアル磁気軸受の構成については上記した米国特許第4,180,946号明細書を参照されたい。この補助ラジアル軸受は、アウトレース31と、インナレース32と、これら両レース間に挟設された駆動ボール33からなる従来形式の駆動軸受3を有する。第1図に於ては、ラジアル磁気軸受が通常の動作を行う際のロータ2の位置が破

## 特開昭64-79415 (4)

線により示されている。内側に位置するロータ2は、インナレース32に対しては、ラジアル磁気軸受の遊隙の約半分のオーダの遊隙5をもって対峙している。第1図には、磁気軸受がロータを支持する通常の動作を行っていないとき、即ちロータが着地を行ったときの位置が実線により示されている。この場合に、ロータ2はインナレース32に当接しており、ロータ2が極めて高速で回転し、インナレース32とロータ2との間に遊隙5が設けられていることから、以下に説明する抑制手段4を備えていない場合には、ロータ2が、ロータの回転速度に対応する旋回運動を行い、補助軸受3を破損したり、ロータ2を变形させる等の問題を発生する虞れがある。

第1図に模式的に示したように、本発明に基づく補助ラジアル軸受の第1の実施例に於ては、アウトレース31が機械の固定フレーム1にばね41を介して支持されている。ばね手段41の剛性は、ロータ2が、機械の公称回転速度 $\omega_N$ に対応する周波数 $f_N$ の半分以下の固有振動数 $f_C$ を有

するように、ロータの質量との関係に於て定められている。振動数 $f_C$ は、振動数 $f_N$ の約 $1/3$ 乃至 $1/5$ であるのが好ましい。この臨界振動数 $f_C$ を越えると、ロータ2はその慣性中心の回りを回転し、ロータが補助ラジアル軸受の固有振動数 $f_C$ 以下の振動数に対応する回転を行うとき以外は旋回運動を行うことはない。

ロータ2が、公称回転速度に近い回転速度をもって回転しているときに補助ラジアル軸受上に着地すると、ロータ2は減速するに伴いロータ2の最大回転速度の周波数の例えば $1/3$ 程度の低い固有振動数 $f_C$ をもって旋回運動を行うが、この場合に於ては、旋回運動周波数を低減するための抑制手段4を用いなかった場合に発生するような遠心力の値の約 $1/9$ に対応するような小さな遠心力を発生するのみで済む。

ばね手段41にダンピング手段42が付設されていることから、ロータ2の回転速度が、ばね手段41を有する抑制手段4の固有振動数 $f_C$ に対応する値を越えるときであっても、過大な強力

発生が回避される。更に、ストッパ手段43が、ロータの旋回運動の振幅を、補助ラジアル軸受の遊隙の約半分のオーダの値に抑制する。

なお、第1図にはばね手段41とダンピング手段42により抑制手段4を構成しているが、第15図に示すように、これに代えてばね手段41とダンピング手段42の機能を共に備える粘弾性体41、42と別に固定フレーム1にリング状のストッパ手段43を取り付けて、補助軸受3の動きを補助軸受3とロータ2の遊隙の約半分にする構成も可能である。

第2図及び第3図はロータの旋回運動の振動数を抑制するための手段の実施例を示す。この実施例に於ては、波状の帯鋼板44が補助軸受3のアウタレース31とフレーム1との間に挟設されている。この可撓性を有する波状の帯鋼板44が環状に形成される前の状態が第10図及び第11図に示されている。この帯鋼板44の厚さ $a$ 、波状部分のピッチ $p$ 及び高さ $h$ 、帯鋼板44の幅 $l$ が、帯鋼板44が補助軸受3のアウタレース31とフ

レーム1との間に挟設されたときのばねとしての剛性を定める。

帯鋼板44と補助軸受3或いはフレーム1との間の摩擦が、重要なダンピング作用を発揮し、特に帯鋼板44の圧縮された部分が補助軸受3の周方向に沿って進行することによる回転モーメントが特に重要な働きをし、帯鋼板44が第1図に示されたダンバ42の動きをする。他方に於て、帯鋼板44の最大圧縮量が第1図の機械的ストッパ43の動きを行う。

第2図はロータ2が補助ラジアル軸受上に着地した初期の状態を示しており、波状の帯鋼板44はまだ十分に変形していない。これに対して、第3図はロータ2の着地の末期であって、ロータ2が略停止した状態を示している。これらの図面から、波状帯鋼板44が大きく変形するが、この帯鋼板が、ばね、ダンバ及びストッパとしての3つの機能を果たすことにより、発生する遠心力を低減し、ロータ2及び補助軸受3の破損を防止することができることがわかる。

## 特開昭64-70415 (5)

第2図及び第3図は、ロータ2が内側に設けられ、補助軸受3がフレーム1側に取付されてなる形式の補助ラジアル軸受の例を示している。

しかしながら、本発明は他の形式の補助ラジアル軸受にも適用することができる。第4図～第9図には、第2図及び第3図と同様な図により、ロータ2及びフレーム1に対して異なる関係を有する軸受について波状の帯鋼板44を適用してなる抑制手段4の実施例を示している。

第4図及び第5図に示された実施例に於ては、ロータ2が内側に位置し、補助軸受3がロータ2に取付されている。第6図及び第7図に示された実施例に於ては、ロータ2が外側に設けられ、補助軸受3がロータ2に取付されている。補助軸受3は、フレーム1に固着された中心軸により支持されている。第8図及び第9図に示された実施例に於ては、ロータ2が外側に設けられ、補助軸受3がフレームに固着された中心軸1に取付されている。

第4図及び第5図に示され実施例に於ては、帯

鋼板44が、固定フレーム1に設けられた凹面11により形成される第1の円筒面と、固定フレーム1と固定フレーム1に対向するアウトレース31との間に挟設されたリング131により形成された第2の円筒面との間に挟設されている。

第6図及び第7図に示された実施例に於ては、帯鋼板44が、固定された支持部材1と固定支持部材に対向するインナレース32との間に挟設されたリング132の凸面により形成される第1の円筒面と、インナレース32により形成される第2の円筒面との間に挟設されている。

第2図、第3図、第8図及び第9図に示された実施例に於ては、帯鋼板44が固定支持部材1の凹面11（第2図及び第3図）若しくは凸面11（第8図及び第9図）と、固定支持部材1に対向するアウトレース31（第2図及び第3図）若しくはインナレース32（第8図及び第9図）とにより形成される両円筒面間に挟設されている。

第12図は、内側のロータ2と、フレーム1に取付された補助軸受3とを用いた実施例を示すも

ので、ロータ2の旋回運動の周波数を抑制するための手段が、複数の（例えば2つの）波状帯鋼板44a、44bを、中間リング40により隔絶されるように互いに同心的に配設してなる。これにより、直列に接触された複数のパネとして機能する波状帯鋼板44a、44bの全体により定められるばね剛性をより容易に調節することができる。

なお、上記実施例においては、補助軸受3として転動軸受を用いたが、本実施例はこれに限定されるものでなく、第13図、第14図に示すようにホワイトメタル、テフロンあるいは炭素繊維などからなるすべり軸受を用いることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明に基づくロータの旋回運動の周波数を抑制するための手段を備える補助ラジアル軸受を示す模式図である。

第2図及び第3図は、本発明に基づくロータの旋回運動の周波数を抑制するための手段を備える補助ラジアル軸受であって、内側にロータを備えかつフレーム側に軸受を取付してなる形式のもの

に於て、それぞれ、ロータが高速回転を行っているときに着地した直後の状態及び着地完了後の状態を示している。

第4図及び第5図は、ロータが内側に設けられ軸受がロータに取付された形式の本発明に基づく補助ラジアル軸受を示す第2図及び第3図と同様の図である。

第6図及び第7図は、ロータが外側に設けられ軸受がロータに取付された形式の本発明に基づく補助ラジアル軸受を示す第2図及び第3図と同様の図である。

第8図及び第9図は、ロータが内側に設けられ軸受が固定フレームに取付された形式の本発明に基づく補助ラジアル軸受を示す第2図及び第3図と同様の図である。

第10図及び第11図は、それぞれ、第1図～第9図に示された補助ラジアル軸受に用いられた抑制手段として用いることのできる波状帯鋼板の平面図及び側面図である。

第12図は、複数の波状帯鋼板を用いる形式の

特開昭64-79415 (6)

旋回運動の振動数を抑制するための手段を備える本発明に係づく補助ラジアル軸受の作動を行っていないときの状態を示す第2図及び第3図と同様の図である。

第13図および第14図は他の実施例を示す図および断面図である。

第15図は第1図に示すばね手段41とダンピング手段42に代えてばね手段41とダンピング手段42の機能を共に備える粘弾性体41、42を用いた状態を示す横断面図である。

1…固定フレーム

2…ロータ

3…軸受

4…抑制手段

5…遊隙

11…面

31…アウトレース

32…インナレース

33…ボール

40…リング

41…ばね手段

42…ダンピング手段

43…ストッパ手段

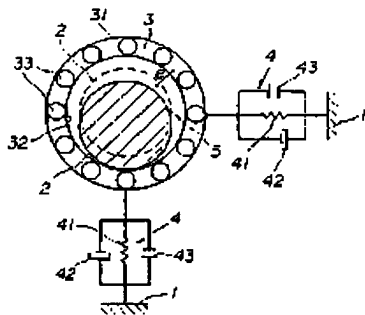
44、44a、44b…溶鋼板

131、132…リング

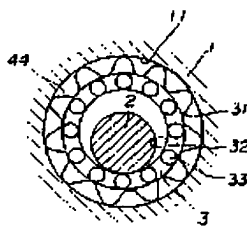
特許出願人 ソシエテ・デ・メカニク・マグネ  
テーク・エスアー

代理人 弁理士 和田 成 剛

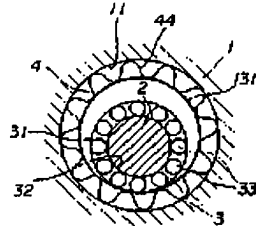
第1図



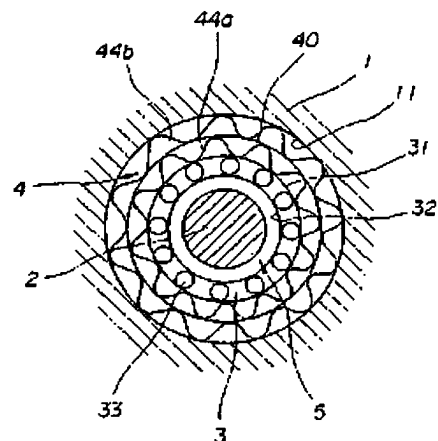
第2図



第4図

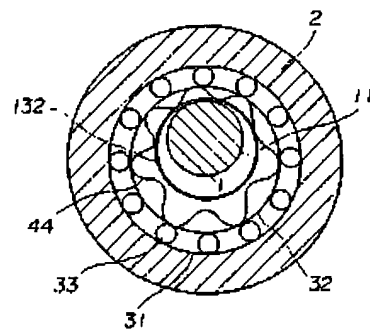


第12図

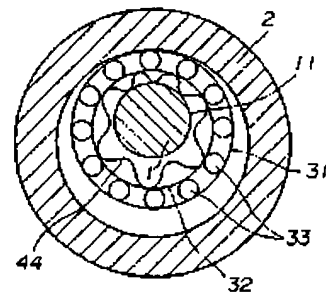


特開昭64-79415 (7)

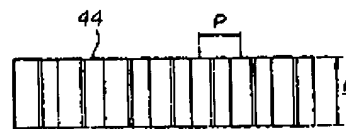
第 7 図



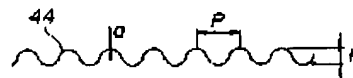
第 9 図



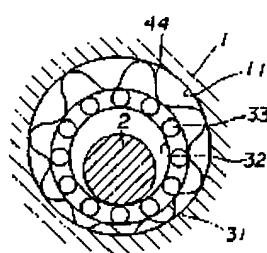
第 10 図



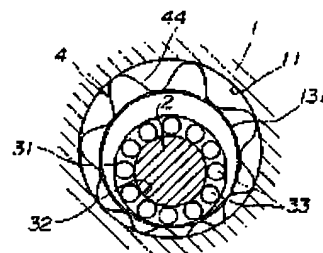
第 11 図



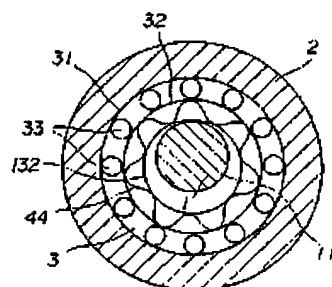
第 3 図



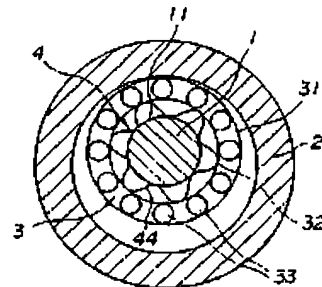
第 5 図



第 6 図



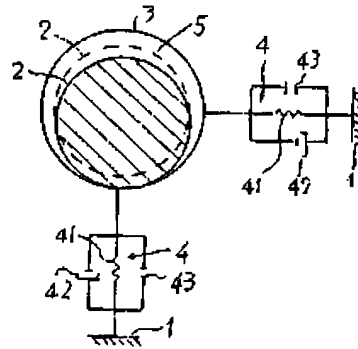
第 8 図



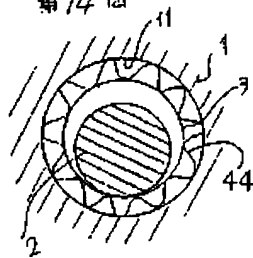


特開昭64-79415(8)

第13図



第14図



第15図

